

УДК 519.711

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ РОБОТОВ
СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ И
УНИФИКАЦИИ АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Лохин В.М. д.т.н., профессор, *Романов М.П.* д.т.н., профессор, *Трипольский П.Э.* к.т.н доцент, МГТУ МИРЭА, Москва, Россия, E-mail: cpd@mirea.ru

Аннотация. В настоящее время в мире ведется множество работ по созданию дистанционно управляемых, полуавтоматических и автономных роботов специального назначения для функционирования в экстремальной обстановке. Отсутствие единых стандартов не допускает перекрестного использования результатов, полученными разными коллективами, и, как следствие, приводит к дублированию работ и удорожанию проектов. В данной работе обоснованы задачи, которые необходимо решить для создания единого стандарта аппаратных и программных средств.

Ключевые слова: Ключевые слова: интеллектуальные системы автоматического управления, роботы специального назначения, стандартизация, унификация, аппаратные средства, программное обеспечение

**INCREASE OF EFFICIENCY OF SPECIAL ROBOTS DEVELOPMENT
ON THE BASIS STANDARDIZATION AND UNIFICATION OF INTELLIGENT
CONTROL SYSTEMS HARDWARE AND SOFTWARE**

Lokhin V.M., Dr.Sci., proff., *Romanov M.P.*, Dr.Sci., proff., *Tripolsky P.E.*, PhD., assist., MSTU MIREA, Moskow, Russia, E-mail: cpd@mirea.ru

Abstract. Now days, there are many projects focused on creating remote controlled, half automatic and autonomous robotics systems which could operate in extreme conditions. The lack of united standards make impossible the cross use of the obtained results. That causes the duplication of projects and the rise of theirs prices. In this article are presented the problems that have to be solved to create a soft-and hardware unified standard.

Keywords: intelligent systems of automatic control, special robotic systems, standartization, unification, hardware, software

В последние годы, как в России, так и за рубежом активно ведутся программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию дистанционно-управляемых, полуавтоматических и автономных роботов специального назначения (РСН), которые должны обеспечивать выполнение широкого спектра прикладных задач в экстремальных условиях. При этом, выполняемые силами различных коллективов и организаций проекты во многом повторяют друг друга по части реализации общих функциональных элементов, а предлагаемые решения, различаясь не только существом, но и по уровню своей эффективности, не допускают возможности перекрестного использования в виду отсутствия единых стандартов. Следствием сложившегося положения вещей является необоснованное дублирование работ, резкое удорожание проектов, невозможность унификации средств программирования, управления и контроля при-

нимаемых в эксплуатацию образцов РСН, а также полное отсутствие каких либо перспектив их совместного использования при организации взаимодействия в составе мультиагентных сетевых систем.

Очевидно, что рост числа опытно-конструкторских разработок как РСН различных типов, так и мультиагентных систем на их основе, настоятельно требует введения единых стандартов, как минимум регламентирующих создание аппаратных и программных средств систем управления, как главного определяющего фактора функциональной эффективности создаваемых образцов новой техники вообще, и безэкипажных машин, в частности.

Осознание такой потребности в США на рубеже 80-90-х гг. XX века привело к разработке и внедрению общего стандарта JTA (Joint Technical Architecture), оговаривающего принципы построения всех информационно-технологических систем военного назначения [1]. После успешной апробации в системах электронной разведки данный стандарт начал широко применяться при разработке комплексов управления оружием, программах моделирования и т.д. В настоящее время на основе стандарта JTA строится большинство прикладных инженерных стандартов и спецификаций Пентагона.

Одним из важнейших приложений базового стандарта JTA стал стандарт единой архитектуры аппаратных и программных средств систем управления робототехнических устройств JAUS (Joint Architecture for Unmanned Systems) [2].

Внедрение стандарта JAUS позволило отказаться от привязки к конкретному поставщику решений, задействовать в каждой модели все ранее созданные средства как дистанционного контроля, так и управления автономным поведением, ускорить и удешевить разработку роботов с расширением их функциональных возможностей на базе новых технических решений (Рис. 1).

На настоящий момент времени стандарт JAUS обязателен к применению во всех ведущихся в США проектах разработки робототехнических комплексов военного назначения (РТК ВН) наземного, а в ряде случаев и воздушного базирования. Важно отметить, что именно массовый переход к единому стандарту разработки аппаратно-программных средств систем управления новых образцов военной техники в США обеспечил реальные возможности для построения сетевых систем вооружений.

Известно, что последние разработки РТК ВН В Израиле также ведутся на основе использования стандарта JAUS.

В странах Западной Европы делаются попытки разработки сходных стандартов.



Рис. 1. Примеры современных зарубежных образцов РСН

В России работы по созданию РТК военного и специального назначения активно ведутся в целом ряде организаций. При этом, отсутствие общих стандартов на разработку аппаратно-программного обеспечения интеллектуальных бортовых систем управления РТК ВН приводит не только к фрагментарному дублированию выполняемых проектов и невозможности перекрестного использования наилучших из найденных решений, но и в конечном итоге к повышенной стоимости принимаемых на вооружение образцов, многообразию требуемых для их боевой эксплуатации средств программирования, контроля, диагностики и дистанционного управления, сложностью и бесперспективностью интеграции в состав мультиагентных сетевых систем. Тем не менее, анализ, обобщение и развитие имеющегося научного и практического отечественного задела в области аппаратных и программных средств интеллектуальных бортовых систем управления РТК ВН позволяет обеспечить возможность разработки единых стандартов по их созданию в самые кратчайшие сроки.

На основе обобщения зарубежного и отечественного опыта как в военной, так и в промышленной робототехнике в данной работе предлагается программа работ по созданию единого стандарта на создание аппаратных и программных средств интеллектуальных бортовых систем управления. Выполнение этой программы предполагает необходимость решения следующих основных задач:

- разработка перечня единой терминологии в области аппаратных и программных средств интеллектуальных бортовых систем управления РТК ВН;

- обоснование и разработка требований к функциональным возможностям интеллектуальной бортовой системы управления РТК ВН, обеспечиваемых в телеоператорном, полуавтоматическом и автономном режимах функционирования (Рис. 2);

- обоснование и разработка единой типовой архитектуры аппаратно-программных средств интеллектуальной бортовой системы управления РТК ВН на основе блочно-модульного принципа;

- обоснование и разработка требований к типам хранимой или передаваемой информации, частоте и форматам обмена данными;

- обоснование и разработка требований по сопряжению блочно-модульного комплекта аппаратно-программных средств интеллектуальной бортовой системы управления РТК ВН, различных типов датчиков и средств сбора сенсорной информации с исполнительными элементами и дополнительным технологическим оборудованием, а также другими управляемыми устройствами полезной нагрузки на уровне физических интерфейсов, допустимых напряжений питания и т.д.;

- обоснование и разработка единых требований по организации человеко-машинного интерфейса с интеллектуальной бортовой системой управления РТК ВН, включая средства дистанционного управления, планирования и программирования целевых миссий, контроля процессов функционирования и диагностики неисправностей.

Практическая значимость выполнения такой программы заключается в разработке единого стандарта на создание аппаратно-программных средств интеллектуальных бортовых систем управления РТК ВН, внедрение которого позволит обеспечить:

- сокращение сроков и стоимости НИОКР по разработке новых образцов РТК ВН различных типов и назначения за счет возможности использования стандартизированных решений;

- сокращение затрат на производство и эксплуатацию принимаемых на вооружение образцов РТК ВН за счет стандартизации аппаратных и программных средств интеллектуальных бортовых систем управления;

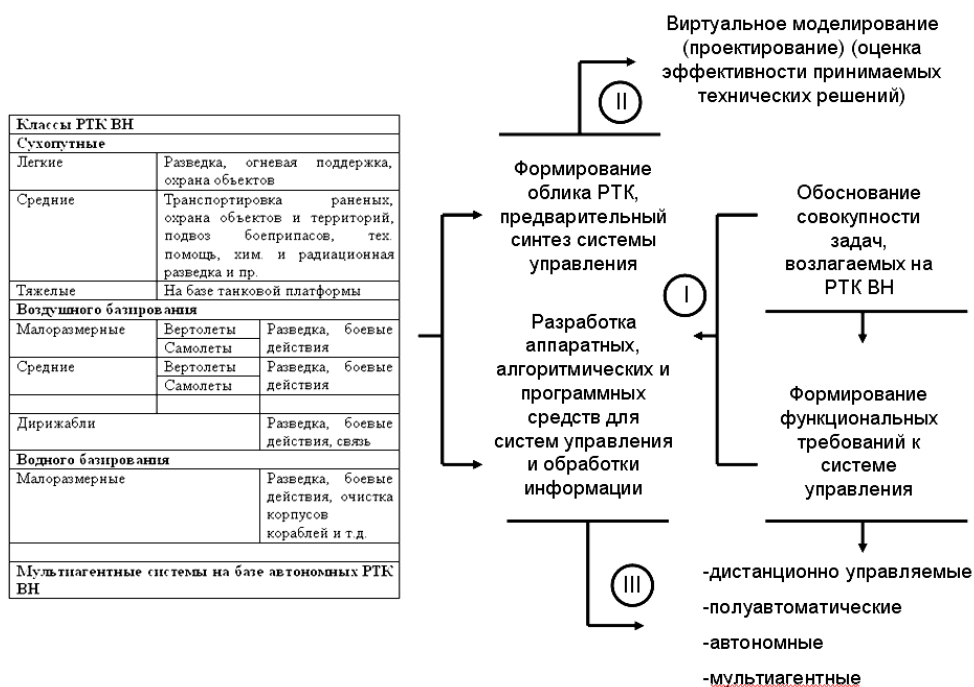


Рис. 2. Основные направления работ по созданию РТК ВН

- повышение надежности РТК ВН за счет использования стандартизированных проектно-конструкторских решений в построении интеллектуальных бортовых систем управления, ее аппаратных и программных средств;

- переход к использованию унифицированных систем человеко-машинного интерфейса с интеллектуальной бортовой системой управления РТК ВН различных типов и назначения, включая средства дистанционного управления, планирования и программирования целевых миссий, контроля процессов функционирования и диагностики неисправностей (Рис. 3);

- возможность формирования мультиагентных сетевых систем на основе интеграции отдельных образцов РТК ВН, отвечающих единому стандарту построения.

Многолетний опыт работы МГТУ МИРЭА полностью подтвердил реальность и перспективность унифицированного подхода при создании бортовых систем управления для полуавтоматических и автономных РСН. Различные модификации такой системы достаточно подробно описаны в работах [3-5].

Важно подчеркнуть, что унификация по существу достигается за счет следующих ключевых решений (Рис.4):

- для обработки информации от датчиков и передачи сигналов на исполнительные типа CAN, позволяющие обеспечить подключение до 256 цифровых датчиков или исполнительных устройств;

- вычислительное ядро бортовой системы управления строится на базе двух процессоров типа TMS или их отечественных аналогов, ресурсов которых вполне хватает для решения всего комплекса необходимых задач;



Рис. 3. Технология создания комплекса аппаратных и программных средств универсального переносного портативного терминала оператора



Рис. 4 Унифицированная платформа для создания систем управления РТК ВН

- в состав алгоритмического обеспечения в общем случае может быть включен универсальный набор алгоритмов обработки разнородных сенсорных данных и построения единого информационного пространства, принятия решений о стратегии целесообразного поведения, планирования действий и перемещений, навигации и картографирования, диагностики, самообучения и прогноза развития событий.

Конкретный набор алгоритмов для каждого из образцов РСН определяется перечнем возлагаемых на него функциональных задач.

При таком подходе базовое ядро бортовой системы управления для различных типов РСН остается неизменным, меняются при необходимости только элементы информационной подсистемы и состав алгоритмов, обеспечивающий степень интеллектуальности и автономности РТК, адекватную сложности среды его функционирования и составу выполняемых задач. К таким алгоритмам в ближайшей перспективе должны быть отнесены алгоритмы планирования поведения на основе самообучения и прогноза развития событий, алгоритмы самодиагностики и самовосстановления.

Практика эксплуатации РСН, накопленная в МГТУ МИРЭА и заказывающих организациях, показала, что применение унифицированного подхода к построению бортовых систем управления дает существенные преимущества как на этапе разработки (продолжительность которого сокращается в 1,5-2 раза), так и на этапе эксплуатации. К таким преимуществам можно отнести:

- возможность применения в любых (или в широком спектре) автономных образцах РТК;
- реализация режимов автономного, полуавтономного и дистанционного управления;
- высокая ремонтпригодность;
- низкая стоимость при массовом производстве;
- единая технология подготовки операторов;
- использование единой технологии программирования миссий различных образцов ВВТ.

Список литературы

1. JOINT TECHNICAL ARCHITECTURE VERSION 1.0 / <http://cryptome.org/jya/jta.htm>
2. JAUS / <http://en.wikipedia.org/wiki/JAUS>
3. Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П. и др. Автономный мобильный мини-робот / Известия ТРТУ. Тематический выпуск. «Перспективные системы и задачи управления». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006, №3(58)
4. Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П. и др. Интеллектуальная система управления беспилотным летательным аппаратом / Известия ТРТУ. Тематический выпуск. «Перспективные системы и задачи управления». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006, №3(58)
5. Макаров И.М., Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П. Интеллектуальные системы управления автономными мобильными объектами / Мехатроника, автоматизация, управление №2, 2008